ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿಗಳಿಗೆ ಪ್ರಶ್ನಿಸಲು ಮತ್ತು ಅನ್ವೇಷಿಸಲು ಅವಕಾಶ ನೀಡಿ:



ಬಣ್ಣಬಣ್ಣದ ಗಿಡದ ಪ್ರಕರಣ

ಗುರಿಂದರ್ ಸಿಂಗ್ ಮತ್ತು
ಕ್ಯಾರೆನ್ ಹೆಡೋಕ್

ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿಗಳಿಗೆ ಶಿಕ್ಷಕರು ಆಸಕ್ತಿದಾಯಕವಾದ ಆದರೆ ಗೊಂದಲವುಂಟುಮಾಡುವ ಸನ್ನಿವೇಶಗಳನ್ನು ನೀಡಿದರೆ ಏನಾಗಬಹುದು? ಇದು ಮಕ್ಕಳು ಪ್ರಶ್ನೆಗಳನ್ನು ಕೇಳಲು ಮತ್ತು ಅದನ್ನು ಕುರಿತು ತಮ್ಮದೇ ತನಿಖೆಯನ್ನು ಆರಂಭಿಸಲು ಉತ್ತೇಜಿಸಬಹುದೇ? ಈ ಲೇಖನದಲ್ಲಿ ಲೇಖಕರು, ಈ ನೈಸರ್ಗಿಕ ಜಗತ್ತಿನ ಬಗ್ಗೆ ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿಗಳಲ್ಲಿ ಕುತೂಹಲವನ್ನು ಕೆರಳಿಸಿ ತಮ್ಮ ಕುತೂಹಲವನ್ನು ತಣಿಸಲು ಅವರು ತನಿಖೆಗಳ ಸರಣಿಯನ್ನು ಆರಂಭಿಸಲು ಬಣ್ಣ ಬಣ್ಣದ ಎಲೆಗಳಿರುವ ಗಿಡವೊಂದು ಹೇಗೆ ಉತ್ತೇಜಿಸಿತು ಎಂಬ ಒಂದು ಉದಾಹರಣೆಯನ್ನು ತಿಳಿಸಿದ್ದಾರೆ.

ತರಗತಿಗಳಲ್ಲಿ ಪ್ರಶ್ನೆಗಳನ್ನು ಹೆಚ್ಚಾಗಿ ಯಾರು ಕೇಳುತ್ತಾರೆ– ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿಗಳೇ ಅಥವಾ ಶಿಕ್ಷಕರೇ? ಸಾಕಷ್ಟು ಸಂದರ್ಭಗಳಲ್ಲಿ ಶಿಕ್ಷಕರೇ ಹೆಚ್ಚು ಪ್ರಶ್ನೆಗಳನ್ನು ಕೇಳುತ್ತಾರೆ. ಶಿಕ್ಷಕರ ಪ್ರಶ್ನೆಗಳು ಹೇಗಿರುತ್ತವೆ? ಶಿಕ್ಷಕರಿಗೆ ಈಗಾಗಲೇ ಉತ್ತರ ತಿಳಿದಿರುವ ಪ್ರಶ್ನೆಗಳನ್ನು ಕೇಳುತ್ತಾರೆ! ಇಂತಹ ಪ್ರಶ್ನೆಗಳಿಗೆ ಉತ್ತರಿಸಲು ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿಗಳಿಗೆ ಈಗಾಗಲೇ ತರಬೇತಿಯನ್ನು ನೀಡಲಾಗಿರುತ್ತದೆ ಮತ್ತು ಹಾಗೆ ಉತ್ತರಿಸುವ ಅವರ ಸಾಮರ್ಥ್ಯವನ್ನು ಮೌಲ್ಯಮಾಪನ ಮಾಡುತ್ತಾರೆ. ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿಗಳು ಪ್ರಶ್ನೆಗಳನ್ನು ಕೇಳಿದರೂ, ಆ ಪ್ರಶ್ನೆಗಳು ಶಾಲಾ ಪಠ್ಯಕ್ರಮದ 'ಪಠ್ಯಪುಸ್ತಕದ' ವ್ಯಾಪ್ತಿಯಲ್ಲಿಯೇ ಇರಬೇಕಾಗುತ್ತದೆ. ನೈಜ ಕುತೂಹಲದಿಂದ 'ವಿಷಯ ತಿಳಿದುಕೊಳ್ಳುವ' ಹಂಬಲದಿಂದ ಇಂತಹ ಪ್ರಶ್ನೆಗಳು ಉದ್ಭವಿಸದಿರುವ ಕಾರಣ ಅವು ಪ್ರಾಮಾಣಿಕ ಪ್ರಶ್ನೆಗಳಲ್ಲ.

ಜನರು ಯಾವಾಗ ಪ್ರಾಮಾಣಿಕ ಪ್ರಶ್ನೆಗಳನ್ನು ಕೇಳುತ್ತಾರೆ? ಯಾವುದಾದರೂ ವಿಷಯದ ಬಗ್ಗೆ ನಮಗೆ ನಿಜಕ್ಕೂ ತಿಳಿದುಕೊಳ್ಳಬೇಕೆನ್ನಿಸಿದಾಗ; ನಾವು ನೋಡುತ್ತಿರುವುದಕ್ಕೂ ಮತ್ತು ನಾವು ತಿಳಿದುಕೊಂಡಿರುವುದಕ್ಕೂ ಮಧ್ಯೆ ಏನಾದರೂ ವ್ಯತ್ಯಾಸ ಅಥವಾ ಸಂಘರ್ಷ ಉಂಟಾದಾಗ. ಹೆಚ್ಚಾಗಿ ನಮ್ಮ ನಿತ್ಯ ಜೀವನದಲ್ಲಿ, ಅದರಲ್ಲಿಯೂ ಯಾವುದಾದರೂ ಸಮಸ್ಯೆ ಪರಿಹರಿಸಬೇಕಾದಾಗ ನಾವು ಪ್ರಾಮಾಣಿಕ ಪ್ರಶ್ನೆಗಳನ್ನು ಕೇಳುತ್ತೇವೆ. ಉದಾಹರಣೆಗೆ, ನಗರದ ಹೃದಯಭಾಗಕ್ಕೆ ಹೋಗಲು ಯಾವ ಬಸ್ಸು ಹತ್ತಬೇಕೆಂದು ಬಸ್ ನಿಲ್ದಾಣದಲ್ಲಿ ಕಾಯುತ್ತಿರುವ ಇತರ ಪ್ರಯಾಣಿಕರನ್ನು ನಾವು ಕೇಳುತ್ತೇವೆ; ರಸ್ತೆಯಲ್ಲಿ ಬಹಳ ಮಂದಿ ಪೋಲೀಸರನ್ನು ನೋಡಿದಾಗ, ಏನಾಗುತ್ತಿದೆ ಇಲ್ಲಿ ಎಂದು ನಮ್ಮನ್ನೇ ನಾವು ಪ್ರಶ್ನಿಸಿಕೊಳ್ಳುವುದರ ಜೊತೆಗೆ ಉಳಿದವರನ್ನೂ ಕೇಳುತ್ತೇವೆ; ದಿನನಿತ್ಯಕ್ಕಿಂತ ಹೆಚ್ಚು ಬೇಳೆಯನ್ನು ಪ್ರೆಷರ್ ಕುಕ್ಕರ್‌ನಲ್ಲಿ

ಬೇಯಿಸುವಾಗ, ಅದು ಸಂಪೂರ್ಣವಾಗಿ ಬೇಯಲು ಎಷ್ಟು ಸೀಟಿ ಹೊಡೆಯಬೇಕೆಂದು ನಮ್ಮನ್ನೇ ನಾವು ಸಾಕಷ್ಟು ಬಾರಿ ಕೇಳಿಕೊಳ್ಳುತ್ತೇವೆ. ನಾವು ಸದಾಕಾಲ ನಮ್ಮ ಸುತ್ತಮುತ್ತಲ ಜಗತ್ತಿನೊಂದಿಗೆ ಒಡನಾಡುತ್ತಿರುತ್ತೇವೆ; ಅರ್ಥಮಾಡಿಕೊಳ್ಳಲು ಪ್ರಶ್ನೆಗಳನ್ನು ಕೇಳುತ್ತೇವೆ ಮತ್ತು ಕೆಲವು ಸಂದರ್ಭಗಳಲ್ಲಿ ಸಮಸ್ಯೆಗಳನ್ನು ಬಗೆಹರಿಸಲು ಸಹ ಪ್ರಶ್ನೆಗಳನ್ನು ಕೇಳುತ್ತೇವೆ.

ಹಾಗಾದರೆ, ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿಗಳು ತರಗತಿಗಳಲ್ಲಿ ಪ್ರಾಮಾಣಿಕ ಪ್ರಶ್ನೆಗಳನ್ನು ಏಕೆ ಕೇಳುವುದಿಲ್ಲ? ಅವರಿಗೆ ತಮ್ಮ ನೈಸರ್ಗಿಕ ಜಗತ್ತಿನ ಜೊತೆಗೆ ಪರಸ್ಪರ ಒಡನಾಟ ನಡೆಸಲು ದೊರೆಯುವ ಅವಕಾಶಗಳು ಅತಿ ವಿರಳವಾಗಿರುವುದು ಇದಕ್ಕೊಂದು ಕಾರಣವಾಗಿರಬಹುದು. ಬದಲಾಗಿ, ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿಗಳು ಹೆಚ್ಚಾಗಿ ಕೇವಲ ತಮ್ಮ ಶಿಕ್ಷಕರು ಮತ್ತು ಪುಸ್ತಕಗಳ ಮೂಲಕವೇ ಪರೋಕ್ಷವಾಗಿ ಈ ಜಗತ್ತನ್ನು ಅರ್ಥಮಾಡಿಕೊಳ್ಳುತ್ತಾರೆ. ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿಗಳು ನೇರವಾಗಿ ನೈಸರ್ಗಿಕ ಜಗತ್ತಿನೊಂದಿಗೆ ಸಂಪರ್ಕ ಹೊಂದಲು ಅವಕಾಶಗಳು ದೊರೆತರೆ ಅವರಲ್ಲೂ ಪ್ರಾಮಾಣಿಕ ಪ್ರಶ್ನೆಗಳನ್ನು ಕೇಳಲು ಪ್ರಚೋದನೆಯಾಗುತ್ತದೆಯೇ?

ಇದನ್ನು ತಿಳಿದುಕೊಳ್ಳಲು, ಏಳನೇ ತರಗತಿಯ ಹನ್ನೊಂದು (11–13 ವರ್ಷದ) ಮಕ್ಕಳ ಗುಂಪಿಗೆ ಮೂರು ದಿನದ ಕಾರ್ಯಾಗಾರವನ್ನು ಏರ್ಪಡಿಸಿ, ಅವರನ್ನು ವಿವಿಧವರ್ಣದ 'ಬೆಂಡಿ' (ಬೆಂಡೆಕಾಯಿ ಜಾತಿಯ– *ತಾಲಿಪರಿಟ ಟಿಲಿಯೇಸಿಯಂ*) ಮರಗಳು ಬೆಳೆಯುವ ಉದ್ಯಾನವನಕ್ಕೆ ಕರೆದುಕೊಂಡು ಹೋದೆವು (**ಚಿತ್ರ 1** ನ್ನು ನೋಡಿರಿ).



ಚಿತ್ರ 1. ವಿವಿಧವರ್ಣದ ಎಲೆಗಳ ಬಿಂಡಿ (*ತಾಲಿಪರಿಟ ಟಿಲಿಯೆಸಿಯಂ*) ಪೊದೆಸಸ್ಯ– ಸುಮಾರು 2.5 ಮೀಟರ್ ಎತ್ತರ. ಕೃಪೆ– ಗುರಿಂದರ್ ಸಿಂಗ್

ಅಂದವಾದ ಈ ಪೊದೆಸಸ್ಯವು ಹಲವು ಹಸಿರು ಎಲೆಗಳು, ಮತ್ತೆ ಕೆಲವು ಹಸಿರು ಮತ್ತು ಬಿಳಿ ಮಿಶ್ರಿತ ಎಲೆಗಳು ಮತ್ತು ಕೆಲವು ಪೂರ್ಣ ಬಿಳಿಯ ಎಲೆಗಳನ್ನು ಹೊಂದಿದೆ.

ನಮಗೆಲ್ಲರಿಗೂ ತಿಳಿದಿರುವಂತೆ ಮಾಧ್ಯಮಿಕ ಶಾಲೆಯ ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿಗಳಿಗೆ ಈ ಕೆಲವು ಹೇಳಿಕೆಗಳು ಚಿರಪರಿಚಿತವಾಗಿರುತ್ತವೆ:

- **ಸಸ್ಯಗಳು ದ್ಯುತಿಸಂಶ್ಲೇಷಣಾ ಕ್ರಿಯೆಯ (ಫೋಟೋಸಿಂಥೆಸಿಸ್) ಮೂಲಕ ತಮಗೆ ಬೇಕಾದ ಆಹಾರವನ್ನು ತಯಾರಿಸಿಕೊಳ್ಳುತ್ತವೆ.**
- **ಎಲೆಗಳ ಹಸಿರು ಬಣ್ಣಕ್ಕೆ ಹರಿತ್ತು ವರ್ಣಕವೇ (ಕ್ಲೋರೋಫಿಲ್ ಪಿಗ್ಮೆಂಟ್) ಕಾರಣವಾಗಿದೆ.**
- **ಹರಿತ್ತು (ಕ್ಲೋರೋಫಿಲ್) ಇಲ್ಲದಿದ್ದರೆ ದ್ಯುತಿಸಂಶ್ಲೇಷಣಾ ಕ್ರಿಯೆ (ಫೋಟೋಸಿಂಥೆಸಿಸ್) ಸಂಭವಿಸುವುದಿಲ್ಲ.**

ಇಂತಹ ಹೇಳಿಕೆ ನೋಡಿದಾಗ, ಒಂದು ಬಿಳಿ ಬಣ್ಣದ ಎಲೆ, ಅದರಲ್ಲೂ ಹರಿತ್ತಿಲ್ಲ ಎಂಬಂತೆ ಕಾಣುವ ಎಲೆಯು ಹೇಗೆ ತನ್ನ ಆಹಾರವನ್ನು ತಾನೇ ತಯಾರಿಸಿಕೊಳ್ಳಬಹುದು? ತನ್ನ ಆಹಾರವನ್ನು ತಾನೇ ತಯಾರಿಸಿಕೊಳ್ಳದ ಪಕ್ಷದಲ್ಲಿ ಅದು ಹೇಗೆ ಜೀವಂತವಾಗಿರುತ್ತದೆ?

ನಾವು ಮೊದಲ ಬಾರಿಗೆ ಈ ಗಿಡವನ್ನು ನೋಡಿದಾಗ ಈ ಪ್ರಶ್ನೆಗಳು ನಮ್ಮಲ್ಲಿ ಹುಟ್ಟಿಕೊಂಡವು. ನಮ್ಮಲ್ಲಿ ಇನ್ನೂ ಹಲವು ಪ್ರಶ್ನೆಗಳಿದ್ದವು. ಬಿಳಿಯ ಎಲೆಗಳಲ್ಲೂ ಸ್ವಲ್ಪ ಹಸಿರು ವರ್ಣಕವಿರುತ್ತದೆಯೇ? ಹಸಿರು ಎಲೆಗಳು ಬೆಳೆಯುವ ಗತಿಯಲ್ಲಿಯೇ ಬಿಳಿಯ ಎಲೆಗಳೂ ಬೆಳೆಯುತ್ತವೆಯೇ? ಬಿಳಿಯ ಎಲೆಗಳು ಹಸಿರು ಎಲೆಗಳಿಂದ ಆಹಾರವನ್ನು ಪಡೆದುಕೊಳ್ಳುತ್ತವೆಯೇ? ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿಗಳನ್ನು ಪ್ರಶ್ನಿಸಲು ಪ್ರೇರೇಪಿಸಿ ಅವರು ತಮ್ಮದೇ ತನಿಖೆಗಳನ್ನು ರೂಪಿಸಿಕೊಂಡು ಅದನ್ನು ಕಾರ್ಯರೂಪಕ್ಕೆ ತಂದು ಅದರ ಮೂಲಕ ಉತ್ತರ ಕಂಡುಕೊಳ್ಳುವಂತೆ ಉತ್ತೇಜಿಸಿ ನಾವು ವಿಜ್ಞಾನವನ್ನು ಹೇಗೆ ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿಗಳಿಗೆ ಹೇಳಿಕೊಡಬಹುದು ಎನ್ನುವುದರ ಬಗ್ಗೆ ಸಂಶೋಧನೆಗಳನ್ನು ನಡೆಸುತ್ತಲೇ ಇದ್ದೆವು. ಆದ್ದರಿಂದಲೇ ಈ ಕಾರ್ಯಾಗಾರದಲ್ಲಿ ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿಗಳು ಇಂತಹ ಪ್ರಶ್ನೆಗಳನ್ನು ಅವರೇ ಕೇಳುವರೇ ಮತ್ತು ಅವರು ಹಾಗೇನಾದರೂ ಕೇಳಿದರೆ ಅದಕ್ಕೆ ಸಮರ್ಪಕ ಉತ್ತರಗಳನ್ನು ಹುಡುಕುವ ಮಾರ್ಗದ ಬಗ್ಗೆಯೂ ಯೋಚನೆ ಮಾಡುವ ಸಾಧ್ಯತೆಗಳಿವೆಯೇ ಎಂಬ ಕುತೂಹಲ ನಮ್ಮಲ್ಲಿಯೂ ಇತ್ತು.

ನಾವೇನೂ ಮಾತನಾಡುವುದು ಬೇಡ – ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿಗಳನ್ನು ಮರದ ಸಮೀಪಕ್ಕೆ ಕರೆದುಕೊಂಡು ಹೋಗೋಣ ಎಂದು ನಿರ್ಧರಿಸಿದ್ದೆವು. ಕಾರ್ಯಾಗಾರದ ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿಗಳು ನಮಗೆ ಆಶ್ಚರ್ಯವಾಗುವ ರೀತಿಯಲ್ಲಿ, ತಮ್ಮ ತಮ್ಮೊಳಗೆ

ಮಾತನಾಡುತ್ತ, ಮರದ ಬಗ್ಗೆ ತಮ್ಮ ತಮ್ಮೊಳಗೆ ಪ್ರಶ್ನೆಗಳನ್ನು ಕೇಳಿಕೊಳ್ಳುತ್ತಿದ್ದರು. ಹಳೆಯ ಮತ್ತು ಹೊಸ ಎಲೆಗಳ ಆಕಾರ ಮತ್ತು ಗಾತ್ರ, ಬಣ್ಣ, ಮುಳ್ಳು ಮತ್ತು ಹೂವುಗಳನ್ನು ಒಳಗೊಂಡಂತೆ ಸಾಕಷ್ಟು ಪ್ರಶ್ನೆಗಳಿದ್ದವು. ಅವರ ಎಲ್ಲಾ ಪ್ರಶ್ನೆಗಳನ್ನು ದಾಖಲಿಸಿ, ಬೋರ್ಡಿನ ಮೇಲೆ ಬರೆಯಲಾಯಿತು. ಈ ಪ್ರಶ್ನೆಗಳಿಗೆ ಉತ್ತರವನ್ನು ಹೇಗೆ ಕಂಡುಹಿಡಿಯಬೇಕೆಂಬ ಬಗ್ಗೆ ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿಗಳು ಸಣ್ಣ ಸಣ್ಣ ಗುಂಪುಗಳಲ್ಲಿ ಚರ್ಚಿಸುತ್ತಾ ಕಾರ್ಯನಿರ್ವಹಿಸುತ್ತಿದ್ದರು. ನಮ್ಮಿಂದ ಬಹಳ ಸಹಾಯವನ್ನು ನಿರೀಕ್ಷಿಸದೆ, ಪ್ರತಿಯೊಂದು ಗುಂಪು ತಮ್ಮ ತಮ್ಮ ತನಿಖೆಗಳನ್ನು ಅತ್ಯುತ್ತಮವಾಗಿ ಯೋಜಿಸಿ ನಡೆಸಿತು.

ಈ ಯೋಜನೆಯಿಂದ ಹೊರಹೊಮ್ಮಿದ ವಿವಿಧ ಚಟುವಟಿಕೆಗಳನ್ನು ನಾವು ಈ ಲೇಖನದಲ್ಲಿ ವಿವರಿಸಿದ್ದೇವೆ. ಈ ಕಾರ್ಯಾಗಾರಕ್ಕೂ ಮೊದಲೇ ನಾವು ಈ ಕೆಲವು ಚಟುವಟಿಕೆಗಳನ್ನು ಕೈಗೊಂಡಿದ್ದೆವು; ಉಳಿದವುಗಳನ್ನು ತಮ್ಮ ಪ್ರಶ್ನೆಗಳಿಗೆ ಉತ್ತರಗಳನ್ನು ಹುಡುಕಲು ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿಗಳೇ ಯೋಜಿಸಿ ನಿರ್ವಹಿಸಿದರು. ಈ ಚಟುವಟಿಕೆಗಳನ್ನು ಇಲ್ಲಿ ಹೇಳಿದ ವಿವಿಧ ಹಂತಗಳ ಅನುಸಾರವಾಗಿಯೇ ಯಾರಾದರೂ ಮತ್ತೆ ಮಾಡಬೇಕು ಎಂದೇನಿಲ್ಲ. ವಿವಿಧವರ್ಣದ ಎಲೆಗಳಿರುವ ಸಂದರ್ಭವನ್ನು ಆಧರಿಸಿ ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿಗಳು ತಮ್ಮಲ್ಲಿ ಪ್ರಶ್ನೆಗಳನ್ನು ಹೇಗೆ ಕೇಳಿಕೊಂಡರು, ಮತ್ತು ವೈಜ್ಞಾನಿಕ ಸಂಶೋಧನೆಗಳನ್ನು ಹೇಗೆ ಕೈಗೊಂಡರು ಎಂದು ಕೆಲವು ಉದಾಹರಣೆ ನೀಡುವುದೇ ಇಲ್ಲಿನ ನಮ್ಮ ಉದ್ದೇಶ.

ಸಸ್ಯದ ಬೆಳವಣಿಗೆಗೆ ಪತ್ರಹರಿತ್ತು ಅಗತ್ಯವೇ?

'ದ್ಯುತಿ ಸಂಶ್ಲೇಷಣಾ ಕ್ರಿಯೆಗೆ ಪತ್ರಹರಿತ್ತಿನ ಅಗತ್ಯವಿದೆಯೆಂದು ನಿರೂಪಿಸಲು' ಶಾಲೆಗಳಲ್ಲಿ ಕೆಲವು ಚಟುವಟಿಕೆಗಳನ್ನು ಕೈಗೊಳ್ಳುತ್ತಾರೆ. ಇದಕ್ಕಾಗಿ ವಿವಿಧ ವರ್ಣದ ಎಲೆಯ ಪತ್ರಹರಿತ್ತಿನ ಭಾಗವನ್ನು ಮದ್ಯಸಾರದಲ್ಲಿ (ಆಲ್ಕೋಹಾಲ್) ಅದ್ದಿ ಕರಗಿಸಿದರೆ, ಈ ಹಿಂದೆ ಹಸಿರಾಗಿದ್ದ ಭಾಗಗಳು ಮಾತ್ರ ಪಿಷ್ಟಕ್ಕೆ (ಸ್ಟಾರ್ಚ್) ಸಕಾರಾತ್ಮಕ ಪ್ರತಿಕ್ರಿಯೆ ನೀಡುತ್ತವೆ. ಆದರೆ ಇದೊಂದು ಅತಿ ನಿಧಾನಗತಿಯ ವಿಧಾನವಾಗಿರುವುದರ ಜೊತೆಗೆ ಇದರಿಂದ ದ್ಯುತಿ ಸಂಶ್ಲೇಷಣಾ ಕ್ರಿಯೆಗೆ ಪತ್ರಹರಿತ್ತಿನ ಅಗತ್ಯವಿದೆಯೆಂದು ನಿರೂಪಿಸಲು ಸಾಧ್ಯವಿಲ್ಲ ಅಥವಾ ದ್ಯುತಿ ಸಂಶ್ಲೇಷಣಾ ಕ್ರಿಯೆ ನಡೆಯುತ್ತಿತ್ತು ಎಂದು ಹೇಳಲೂ ಆಗುವುದಿಲ್ಲ. ಹಸಿರು ಭಾಗಗಳು ಮಾತ್ರ ಪಿಷ್ಟವನ್ನು ಹೊಂದಿವೆ ಎನ್ನುವುದನ್ನಷ್ಟೇ ಇದು ನಿರೂಪಿಸುತ್ತದೆ. ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿಗಳು ಇಂತಹ ಪ್ರಶ್ನೆಗಳನ್ನೂ ಕೇಳಬಹುದು. 'ಹಸಿರು ಬಣ್ಣ ಹೊಂದಿರದ ಆಲೂಗಡ್ಡೆಯಲ್ಲಿಯೂ ಪಿಷ್ಟವಿದೆಯಲ್ಲ ಅದು ಹೇಗೆ ಸಾಧ್ಯ?' ಆಲೂಗಡ್ಡೆಯೂ ದ್ಯುತಿ ಸಂಶ್ಲೇಷಣಾ ಕ್ರಿಯೆ ನಡೆಸುವ ಸಾಮರ್ಥ್ಯವನ್ನು ಹೊಂದಿದೆಯೇ? ಪಿಷ್ಟವು ದ್ಯುತಿ ಸಂಶ್ಲೇಷಣಾ ಕ್ರಿಯೆ ನಡೆದಿರುವುದರ ಸೂಚಕವೇ ಎನ್ನುವ ಪ್ರಶ್ನೆಯನ್ನೂ ನಾವು ಕೇಳಬಹುದು.



ಚಿತ್ರ 2. ವಿವಿಧವರ್ಣದ ಬಿಂಡಿ (*ತಾಲಿಪರಿಟಿ ಟಿಲಿಯೇಸಿಯಂ*) ಪೊದೆಸಸ್ಯದ ಬೇರೆ ಬೇರೆ ರೀತಿಯ ಎಲೆಗಳನ್ನು ಹೋಲಿಸಿ. ಕೃಪೆ: ಕ್ಯಾರೆನ್ ಹೆಡೋಕ್

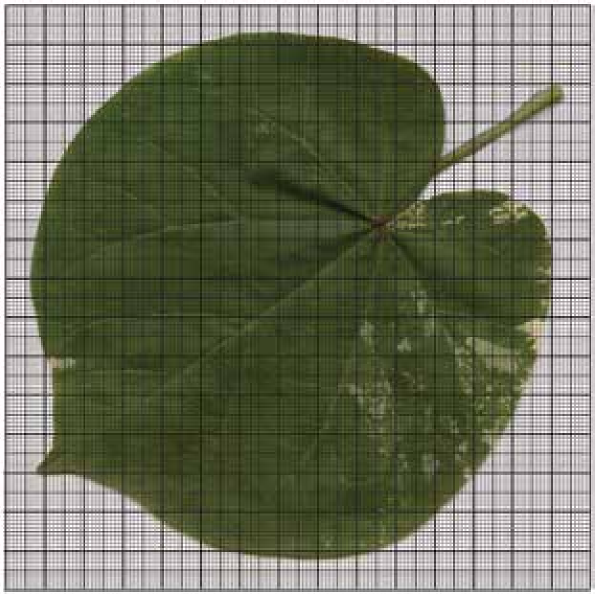
ಹೆಚ್ಚು ಆಹಾರದಿಂದ ಹೆಚ್ಚು ಬೆಳವಣಿಗೆ ಎನ್ನುವ ಪೂರ್ವಕಲ್ಪನೆಯನ್ನು ಇಟ್ಟುಕೊಂಡು ವಿವಿಧವರ್ಣದ ಎಲೆಯ ಮೂಲಕ ಪತ್ರಹರಿತ್ತು ಮತ್ತು ಆಹಾರ ಉತ್ಪಾದನೆಯ ನಡುವೆ ಇರುವ ಸಂಬಂಧದ ಬಗ್ಗೆ ಕಂಡುಹಿಡಿಯಲು ಮತ್ತು ನಿರೂಪಿಸಲು ನಾವು ಸರಳ ಮಾರ್ಗಗಳನ್ನು ಆಯ್ಕೆ ಮಾಡಿದೆವು. ಬಿಳಿಯ ಎಲೆಗಳು ಅಥವಾ ಎಲೆಯ ಬಿಳಿ ಭಾಗಗಳ ಬೆಳವಣಿಗೆ ಕುಂಠಿತವಾಗಿದೆಯೇ (ಉದಾಹರಣೆಯಲ್ಲಿ ತೋರಿಸಿದಂತೆ **ಚಿತ್ರ 2**ರಲ್ಲಿ) ಎಂಬ ಪ್ರಶ್ನೆ ಕೇಳಿ ಇದನ್ನು ಪರಿಶೀಲಿಸಿದೆವು.

ಬಿಳಿಯ ಎಲೆಗಳಲ್ಲಿ ದ್ಯುತಿ ಸಂಶ್ಲೇಷಣಾ ಕ್ರಿಯೆಗೆ ಅಗತ್ಯವಿರುವ ಪತ್ರಹರಿತ್ತು ಕಡಿಮೆ ಇರುವ ಕಾರಣ ಅವುಗಳ ಬೆಳವಣಿಗೆ ಕುಂಠಿತವಾಗಿರುತ್ತದೆ ಎನ್ನುವುದು ನಮ್ಮೆಲ್ಲರ ಒಂದು ಪೂರ್ವಕಲ್ಪನೆಯಾಗಿತ್ತು. ಪರ್ಯಾಯ ಪೂರ್ವಕಲ್ಪನೆಯ ಪ್ರಕಾರ, ಬಿಳಿಯ ಎಲೆಗಳು ಅಥವಾ ಎಲೆಗಳ ಬಿಳಿಯ ಭಾಗಗಳಲ್ಲಿ ಪರ್ಣನಾಳ (ವೇನ್)ಗಳು ಅತಿ ದಟ್ಟವಾಗಿರುವ ಕಾರಣ ಅವು ಆಹಾರವನ್ನು ಎಲೆಗಳ ಒಂದು ಭಾಗದಿಂದ ಇನ್ನೊಂದು ಭಾಗಕ್ಕೆ ಅಥವಾ ಹಸಿರು ಎಲೆಗಳಿಂದ ಬಿಳಿಯ ಎಲೆಗಳಿಗೆ ಸರಬರಾಜು ಮಾಡುವುದರಿಂದ, ಬಿಳಿಯ ಎಲೆಗಳ ಬೆಳವಣಿಗೆ ಕುಂಠಿತವಾಗಿರುವುದಿಲ್ಲ. ಕೆಳಗಿನ ಕೆಲವು ಚಟುವಟಿಕೆಗಳು ಈ ಪೂರ್ವಕಲ್ಪನೆಯನ್ನು ಕುರಿತು ತನಿಖೆ ನಡೆಸಲು ಸಹಕಾರಿಯಾಗಬಹುದು.

1. ಬಿಳಿಯ ಎಲೆಗಳು ಹಸಿರು ಎಲೆಗಳಿಗಿಂತ ಚಿಕ್ಕದಾಗಿವೆಯೇ?

ಕೆಲವು ಬಿಳಿಯ ಮತ್ತು ಹಸಿರು ಎಲೆಗಳ ಮಾದರಿಗಳನ್ನು ಸಂಗ್ರಹಿಸಿ, ಅವುಗಳ ಗಾತ್ರದ ಅಳತೆಯನ್ನು ಮಾಡಿ ನಾವು ಈ ಪ್ರಶ್ನೆಗೆ ಉತ್ತರವನ್ನು ಕಂಡುಕೊಳ್ಳಬಹುದು.

ಹಲವಾರು ವಿಧಾನಗಳ ಮೂಲಕ ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿಗಳು ಎಲೆಗಳ ಗಾತ್ರವನ್ನು ಹೋಲಿಸಬಹುದು: ಸ್ಕೇಲ್‌ನ ಬಳಕೆ ಮಾಡಿ



ಚಿತ್ರ 3. ಗ್ರಾಫ್ ಪೇಪರ್ ಮೂಲಕ ಎಲೆಯ ವಿಸ್ತೀರ್ಣವನ್ನು ಅಳತೆ ಮಾಡುವುದು. ಕೃಪೆ: ಕ್ಯಾರೆನ್ ಹೆಡೋಕ್

ಅಥವಾ ಬಳಕೆಯಿಲ್ಲದೇ ಅಥವಾ ಗ್ರಾಫ್‌ನ ಆಧಾರದಿಂದಲೂ ಸಹ ಎಲೆಯ ವಿಸ್ತೀರ್ಣವನ್ನು ಅಳೆಯಬಹುದು (**ಚಿತ್ರ 3** ನ್ನು ನೋಡಿರಿ). ಇದು ಆರನೇ ತರಗತಿಯಿಂದ ಹತ್ತನೆಯ ತರಗತಿಯ ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿಗಳಿಗೆ ಸೂಕ್ತವಾದ ಚಟುವಟಿಕೆಯಾಗಿದ್ದು, ವಿಜ್ಞಾನ ಮತ್ತು ಗಣಿತವೆರಡನ್ನೂ ಒಗ್ಗೂಡಿಸುತ್ತದೆ. ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿಗಳಿಗೆ ವಕ್ರ ವಸ್ತುಗಳ ವಿಸ್ತೀರ್ಣ ಅಳೆಯಲು ಉತ್ತಮ ವಿಧಾನಗಳನ್ನು ರೂಪಿಸಲು ಪ್ರಚೋದಿಸುತ್ತದೆ.

2. ಗಿಡಗಳಲ್ಲಿ ಹಸಿರು ಎಲೆಗಳಿಗಿಂತ ಬಿಳಿಯ ಎಲೆಗಳ ಸಂಖ್ಯೆ ಕಡಿಮೆಯಿದೆಯೇ?

ನಾವು ಅಧ್ಯಯನ ಮಾಡಬೇಕೆನ್ನುವ ಗಿಡ ಚಿಕ್ಕದಾಗಿದ್ದರೆ, ನಾವು ಗಿಡದ ಎಲೆಗಳನ್ನು ಎಣಿಸಬಹುದು– ಇದು ಮಾಧ್ಯಮಿಕ ಶಾಲಾ ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿಗಳಿಗೆ ಸೂಕ್ತವಾಗಿರುತ್ತದೆ. ಇಲ್ಲದಿದ್ದರೆ ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿಗಳು ಪರ್ಯಾಯವಾಗಿ ಯಾವುದಾದರೊಂದು ವಿಧಾನವನ್ನು ರೂಪಿಸಬೇಕಾಗುತ್ತದೆ– ಇದು ಒಂಭತ್ತು ಮತ್ತು ಹತ್ತನೆಯ ತರಗತಿಯ ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿಗಳಿಗೆ ಒಳ್ಳೆಯ ಚಟುವಟಿಕೆಯಾಗಬಹುದು. ಆದರೆ ಈ ವಿಧಾನಕ್ಕೆ ಸಂಖ್ಯಾಶಾಸ್ತ್ರದ ವಿಧಾನವನ್ನು (statistics) ಕಲಿತು ಬಳಸಬೇಕಾಗುತ್ತದೆ.

ಬಹಳಷ್ಟು ಎಳೆಯ ಬಿಳಿಯ ಎಲೆಗಳಿದ್ದು ಬಲಿತ ಬಿಳಿಯ ಎಲೆಗಳು ಕಡಿಮೆಯಿದ್ದರೆ, ಬಿಳಿಯ ಎಲೆಗಳಿಗಿಂತ ಹಸಿರು ಎಲೆಗಳೇ ಚೆನ್ನಾಗಿ ಬದುಕುಳಿಯುತ್ತವೆ ಎಂದು ಹೇಳಬಹುದು.

3. ಒಂದು ಎಲೆಯಲ್ಲಿ ಹಸಿರು ಭಾಗಕ್ಕಿಂತ ಬಿಳಿಯ ಭಾಗಗಳು ಸಣ್ಣದಾಗಿರುತ್ತವೆಯೇ?

ಗಿಡದಿಂದ ಯಾವುದೇ ಎಲೆಯನ್ನು ಕೀಳದೆಯೇ ನಾವು ಈ ಪ್ರಶ್ನೆಗೆ ಉತ್ತರಿಸಬಹುದು. ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿಗಳು ಎಲೆಯ ಎರಡೂ ಭಾಗವನ್ನು ಮಧ್ಯದ ದಿಂಡಿಗೆ ಸರಿಯಾಗಿ ಮಡಿಸಿದರೆ ಯಾವ ಭಾಗ ದೊಡ್ಡದಿದೆಯೆಂದು ಹೇಳಬಹುದು (**ಚಿತ್ರ 4**ನ್ನು ಗಮನಿಸಿ)

ನಾಲ್ಕು ಮತ್ತು ಐದನೇ ತರಗತಿಯ ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿಗಳಿಗೂ ಇದೊಂದು ಸರಳ ಚಟುವಟಿಕೆಯಾಗಿದೆ. ನಾವು ವಿವಿಧ ವರ್ಣದ ಬೆಂಡಿಯ ಡಜನ್‌ಗಟ್ಟಲೆ ಎಲೆಗಳನ್ನು ಪರೀಕ್ಷಿಸಿದರೂ, ಯಾವುದೇ ಒಂದು ಎಲೆಯಲ್ಲಿಯೂ ಎಲೆಯ ಹಸಿರು ಭಾಗದಷ್ಟೇ ದೊಡ್ಡದಾದ ಎಲೆಯ ಬಿಳಿಯ ಭಾಗ ನಮಗೆಂದೂ ಕಾಣಲಿಲ್ಲ. ಅಂದರೆ ಎಲೆಯ ಬಿಳಿಯ ಭಾಗದ ಬೆಳವಣಿಗೆ ಕುಂಠಿತವಾಗಿದೆ.

ನಾವು ಗಮನಿಸಿದ ಮತ್ತೊಂದು ಅಂಶವೇನೆಂದರೆ, ಈ ವಿವಿಧ ಬಣ್ಣದ ಎಲೆಗಳ ಅಂಚಿನಲ್ಲಿ ಹಸಿರು ಭಾಗಗಳಲ್ಲಿ ಮಾತ್ರ ಉಬ್ಬುಗಳು ಕಾಣಿಸುತ್ತಿದ್ದವು (**ಚಿತ್ರ 5**ನ್ನು ಗಮನಿಸಿ). ಮಧ್ಯ ಮಧ್ಯದ ಬಿಳಿಯ ಭಾಗಗಳ ಬೆಳವಣಿಗೆ ಕುಂಠಿತವಾಗಿದೆ ಎನ್ನುವ ಅಂಶವನ್ನು ಇದು ಮತ್ತಷ್ಟು ದೃಢ ಪಡಿಸುತ್ತದೆ. ಉಳಿದ ವಿವಿಧ ವರ್ಣದ ಎಲೆಗಳ ಸಸ್ಯಗಳಲ್ಲಿಯೂ ಈ ಅಂಶಕಂಡುಬರುತ್ತದೆಯೇ ಎನ್ನುವುದನ್ನು ಪರಿಶೀಲಿಸುವುದು ನಿಜಕ್ಕೂ ಕುತೂಹಲಕಾರಿ.

4. ಬಿಳಿಯ ಎಲೆಗಳ ತೂಕ ಹಸಿರು ಎಲೆಗಳಿಗಿಂತ ಕಡಿಮೆಯಿದೆಯೇ?

ಈ ಪ್ರಶ್ನೆಗೆ ಉತ್ತರಿಸಲು ನಾವು ಒಂದೇ ಅಳತೆಯ ಬಿಳಿ ಮತ್ತು ಹಸಿರು ಎಲೆಗಳನ್ನು ಆಯ್ದುಕೊಂಡೆವು (ಇದು ಸ್ವಲ್ಪ ಕಷ್ಟದ ಕೆಲಸವಾಗಿತ್ತು) ಮತ್ತು ಅವುಗಳನ್ನು ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನಿಕ್ ತಕ್ಕಡಿಯಲ್ಲಿ ತೂಕ ಮಾಡಿದೆವು. ಆಶ್ಚರ್ಯದ ವಿಷಯವೆಂದರೆ, ಕೆಲವು ಹಸಿರು ಎಲೆಗಳ ತೂಕ ಅದೇ ಅಳತೆಯ ಬಿಳಿಯ ಎಲೆಗಳಿಗಿಂತ ಗಮನಾರ್ಹವಾಗಿ ಕಡಿಮೆಯಿತ್ತು. ಆದರೆ, ಅದೇ ಎಲೆಗಳನ್ನು ಒಣಗಿಸಿದ ಬಳಿಕ ಹಸಿರು ಎಲೆಗಳಿಗಿಂತ



ಚಿತ್ರ 4. ವಿವಿಧ ವರ್ಣದ ಎಲೆಯ ಬಿಳಿಯ ಮತ್ತು ಹಸಿರು ಭಾಗದ ಆಕಾರಗಳ ಹೋಲಿಕೆ. ಕೃಪೆ: ಕ್ಯಾರೆನ್ ಹೆಡೋಕ್



ಚಿತ್ರ 5. ಉಬ್ಬುಗಳಿರುವ ವಿವಿಧ ವರ್ಣದ ಎಲೆ ಕೃಪೆ: ಕ್ಯಾರೆನ್ ಹೆಡೋಕ್



ಚಿತ್ರ 6. ಎಲೆಗಳನ್ನು ಮುಟ್ಟಿ ಪರಿಶೀಲಿಸುವುದು. ಕೃಪೆ: ಕ್ಯಾರೆನ್ ಹೆಡೋಕ್

ಬಿಳಿಯ ಎಲೆಗಳ ತೂಕ ಕಡಿಮೆಯಿತ್ತು. ಬಹುಶಃ ಬಿಳಿಯ ಎಲೆಗಳು ಕಡಿಮೆ ಆಹಾರವನ್ನು ಉತ್ಪಾದಿಸುತ್ತಿರಬಹುದು ಅಥವಾ ಸಂಗ್ರಹಿಸುತ್ತಿರಬಹುದು. ಅಥವಾ ಹಸಿರು ಭಾಗಗಳು ಹೆಚ್ಚು ಜೀವಕೋಶಗಳನ್ನು ಅಥವಾ ಬೃಹತ್ ಗಾತ್ರವನ್ನು ಉತ್ಪಾದಿಸುತ್ತಿರಬಹುದು.

5. ಬಿಳಿಯ ಎಲೆಗಳು ಹಸಿರು ಎಲೆಗಳಿಗಿಂತ ತೆಳ್ಳಗಿವೆಯೇ?

ಕಾರ್ಯಾಗಾರದಲ್ಲಿ ಪಾಲ್ಗೊಂಡ ಮೂರು ಹೆಣ್ಣು ಮಕ್ಕಳು ಈ ಕುರಿತು ಸಂಶೋಧನೆಯನ್ನು ನಡೆಸಿದರು (**ಚಿತ್ರ 6**).

ಅವರುಗಳು ಪ್ರತಿಯೊಂದು ಎಲೆಯನ್ನೂ ಮುಟ್ಟುತ್ತಾ ತಮ್ಮದೇ ಆದ ರೀತಿಯಲ್ಲಿ ಈ ಪ್ರಶ್ನೆಗೆ ಉತ್ತರವನ್ನು ಹುಡುಕಿದರು. ಪ್ರತಿಯೊಬ್ಬ ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿಯೂ ತನ್ನ ಕಣ್ಣುಗಳನ್ನು ಮುಚ್ಚಿ ಕೈಗಳನ್ನು ಮುಂದಕ್ಕೆ ಚಾಚುತ್ತಿದ್ದಳು. ಅವಳ ಗೆಳತಿಯರು ಆಕೆಯ ಒಂದು ಕೈಗೆ ಬಿಳಿಯ ಎಲೆ ಮತ್ತು ಇನ್ನೊಂದು ಕೈಗೆ ಹಸಿರು ಎಲೆಗಳನ್ನು ಇಡುತ್ತಿದ್ದರು. ಅವರು ತಮ್ಮ ಕಣ್ಣುಗಳನ್ನು ಮುಚ್ಚಿಕೊಂಡೇ ಕೇವಲ ಸ್ಪರ್ಶದಿಂದ ಮಾತ್ರವೇ ಯಾವ ಎಲೆ ತೆಳುವಾಗಿದೆ ಎನ್ನುವುದನ್ನು ಹೇಳುತ್ತಿದ್ದರು. ಪ್ರತಿಯೊಬ್ಬ ಹುಡುಗಿಯೂ ಹದಿನೈದು ಜೊತೆ ಬಿಳಿಯ ಮತ್ತು ಹಸಿರು ಎಲೆಗಳನ್ನು ಪರೀಕ್ಷಿಸಿದರು (ಅವೇ ಎಲೆಗಳನ್ನು ಒಬ್ಬರಿಗಿಂತ ಹೆಚ್ಚು ವ್ಯಕ್ತಿ ಪರೀಕ್ಷಿಸಲಿಲ್ಲ). ಇದೆಲ್ಲದರ ಫಲಿತಾಂಶವನ್ನು ಅವರು ಪಟ್ಟಿಯ ರೂಪದಲ್ಲಿ ದಾಖಲಿಸಿದರು. ಹನ್ನೊಂದು ಸನ್ನಿವೇಶಗಳಲ್ಲಿ ಬಿಳಿಯ ಎಲೆಗಳು ಹಸಿರು ಎಲೆಗಳಿಗಿಂತ ತೆಳುವಾಗಿದ್ದವು (ತಾವು ಈ ಹಿಂದೆಯೇ ಮಾಡಿದ ಅವಲೋಕನದ ಪ್ರಕಾರ ನಿರೀಕ್ಷಿಸಿದಂತೆ) ಮತ್ತು ಉಳಿದ ಎರಡು ಸಂದರ್ಭಗಳಲ್ಲಿ ಎರಡೂ ಎಲೆಗಳು ಒಂದೇ ಸಮನಾಗಿದ್ದವು. ಇನ್ನೆರಡು ಸಂದರ್ಭಗಳಲ್ಲಿ ಹಸಿರು ಎಲೆಗಳು ಬಿಳಿಯ ಎಲೆಗಳಿಗಿಂತ ತೆಳುವಾಗಿದ್ದವು. ಇವುಗಳ ನಡುವೆ, ಯಾವುದೋ ಒಂದು ಎಲೆ ಮಾತ್ರ ಇತರೆ ಅಕ್ಕ ಪಕ್ಕದ ಗಾಢ ಹಸಿರು ಎಲೆಗಳಿಗಿಂತ ತೆಳುಹಸಿರು ಬಣ್ಣದಿಂದ ಕೂಡಿತ್ತು (ಹೊಳೆಯುವ ಹಳದಿ ಬಣ್ಣ) ಮತ್ತು ಈ ಎಲೆಯು ಬಹಳ ತೆಳುವಾಗಿತ್ತು. ಅದು ಬಹಳ ದೊಡ್ಡದಾಗಿದ್ದರೂ ಇನ್ನೂ ಬಲಿತಿರದ ಎಲೆಯಂತೆ ಕಾಣುತ್ತಿತ್ತು. ಈ ಎಲ್ಲಾ ಸಂಶೋಧನೆಗಳ ಆಧಾರದ ಮೇಲೆ, ಬಿಂಡಿ ಸಸ್ಯದ ಬಿಳಿಯ ಎಲೆಗಳು ಹಸಿರು ಎಲೆಗಳಿಗಿಂತ ತೆಳ್ಳಗಿವೆ ಎಂದು ನಿರ್ಧರಿಸಲಾಯಿತು. ಬಹುಶಃ ಅವುಗಳು ತಮಗೆ ಬೇಕಾದಷ್ಟು ಪ್ರಮಾಣದಲ್ಲಿ ಆಹಾರವನ್ನು ತಯಾರಿಸಲು ಸಾಧ್ಯವಿಲ್ಲವಾಗಿತ್ತು ಮತ್ತು / ಅಥವಾ ಸಸ್ಯದ ಉಳಿದ ಎಲೆಗಳಿಂದ ಅವುಗಳಿಗೆ ಸಾಕಷ್ಟು ಆಹಾರ ಸರಬರಾಜು ಆಗುತ್ತಿರಲಿಲ್ಲ.

6. ಹಸಿರು ಎಲೆಗಳಿಗಿಂತ ಬಿಳಿಯ ಎಲೆಗಳು ಬೇಗ ಸುರುಟಿ ಹೋಗುತ್ತವೆಯೇ?

ಇದೇ ಕಾರ್ಯಾಗಾರದಲ್ಲಿ, 13 ವರ್ಷದ ನಾಲ್ವರು ಬಾಲಕರ ಗುಂಪೊಂದು ಅವಲೋಕನವೊಂದನ್ನು ನಡೆಸಿತು. ಅವರು ಗಿಡದ ಕೊಂಬೆಯೊಂದನ್ನು ಮುರಿದು, ರಾತ್ರಿಯಿಡೀ ಅದನ್ನು ನೀರಿನಲ್ಲಿ ನೆನೆಸಿಟ್ಟರು. ಅದರಲ್ಲಿದ್ದ ಕೆಲವು ಎಲೆಗಳು ಮುದುಡಿ ಹೋಗಿ ಆಕಾರವನ್ನು ಕಳೆದುಕೊಂಡಿದ್ದವು. ಇದಕ್ಕೆ ವಿರುದ್ಧವಾಗಿ, ಅದೇ ಕೊಂಬೆಯ ಮೇಲಿದ್ದ ಹಸಿರು ಎಲೆಗಳು 'ಆರೋಗ್ಯಕರ'ವಾಗಿದ್ದವು (ಟರ್ಜಿಡ್).

ಅದರಿಂದ ಈ ಹುಡುಗರು ಒಂದು ತೀರ್ಮಾನಕ್ಕೆ ಬಂದರು. ಬಿಳಿಯ ಎಲೆಗಳು ಹಸಿರು ಎಲೆಗಳಷ್ಟು ಆರೋಗ್ಯಕರವಾಗಿರಲಿಲ್ಲ ಏಕೆಂದರೆ ಅವುಗಳು ತಮ್ಮ ಆಹಾರವನ್ನು ತಾವೇ ತಯಾರಿಸುತ್ತಿರಲಿಲ್ಲ ಮತ್ತು ಹಸಿರು

ಎಲೆಗಳು ಒದಗಿಸುತ್ತಿದ್ದ ಆಹಾರದ ಮೇಲೆ ಅವು ಅವಲಂಬಿಸಿವೆ ಎಂದು ಪೂರ್ವ ಸಿದ್ಧಾಂತವನ್ನು ಮಾಡಿಕೊಂಡರು. ಕೇವಲ ಹಸಿರು ಎಲೆ, ಬಿಳಿಯ ಎಲೆ ಮತ್ತು ಬಿಳಿ ಮತ್ತು ಹಸಿರು ಮಿಶ್ರಿತ ಎಲೆಗಳ ಕೊಂಬೆಗಳ ಹೋಲಿಕೆಯನ್ನು ಅವರು ಪರೀಕ್ಷಿಸಿದರು. ಈ ರೀತಿ ಪ್ರತಿಯೊಂದು ಕೊಂಬೆಯನ್ನು ಅವರು ರಾತ್ರಿಯಿಡೀ ನೀರಿನಲ್ಲಿಟ್ಟರು. ಇದೇ ರೀತಿ ಮತ್ತಷ್ಟು ಕೊಂಬೆಗಳನ್ನು ಮರಳಿನಲ್ಲಿ ನೆಟ್ಟು, ನೀರನ್ನು ಹಾಕಿ ರಾತ್ರಿಯಿಡೀ ಇಟ್ಟರು (**ಚಿತ್ರ 7**ನ್ನು ನೋಡಿರಿ). ಮಾರನೆಯ ದಿನ ಮರಳಿನಲ್ಲಿ ನೆಟ್ಟ ಕೊಂಬೆಯ ಬಿಳಿಯ ಎಲೆಗಳು ಹಸಿರು ಎಲೆಗಳಿಗಿಂತ ಮತ್ತಷ್ಟು ಮುದುಡಿ ಹೋಗಿದ್ದನ್ನು ನೋಡಿ ಹುಡುಗರು ಬಹಳ ಸಂತೋಷಪಟ್ಟರು; ಹಸಿರು ಮತ್ತು ಬಿಳಿ ಮಿಶ್ರಿತ ಎಲೆಗಳ ಸ್ಥಿತಿ ಇವರೆಡರ ನಡುವೆಯಿತ್ತು (**ಚಿತ್ರ 8ಎ, ಬಿ**ಯ ಎಡಭಾಗದ ಚಿತ್ರಗಳನ್ನು ಗಮನಿಸಿ). ಆದರೆ ಇನ್ನೂ ಆಶ್ಚರ್ಯಗೊಳಿಸುವ ಅಂಶವೆಂದರೆ ನೀರಿನಲ್ಲಿಟ್ಟ ಕೊಂಬೆಗಳಲ್ಲಿ ಇದಕ್ಕೆ ತದ್ವಿರುದ್ಧ ಪರಿಸ್ಥಿತಿ ಕಂಡುಬಂದಿತು. (**ಚಿತ್ರ 8ಸಿ, ಡಿ**ಯ ಎಡಭಾಗದ ಚಿತ್ರಗಳನ್ನು ಗಮನಿಸಿ).



ಚಿತ್ರ 7. ಹುಡುಗರು ಮರಳಿನಲ್ಲಿ ಕೊಂಬೆಗಳನ್ನು ನೆಡುತ್ತಿರುವುದು. ಕೃಪೆ: ಗುರಿಂದರ್ ಸಿಂಗ್



ಚಿತ್ರ 8ಎ ಮತ್ತು 8ಬಿ. ಮರಳಿನಲ್ಲಿ ನೆಟ್ಟ ಕೊಂಬೆಗಳು: ಮೊದಲು ಮತ್ತು ನಂತರ. ಕೃಪೆ: ಕ್ಯಾರೆನ್ ಹೆಡೋಕ್



ಚಿತ್ರ 8ಸಿ ಮತ್ತು 8ಡಿ. ನೀರಿನಲ್ಲಿಟ್ಟ ಕೊಂಬೆಗಳು: ಮೊದಲು ಮತ್ತು ನಂತರ. ಕೃಪೆ: ಕ್ಯಾರೆನ್ ಹೆಡೋಕ್

ಸಂಪನ್ಮೂಲ

ವಿವಿಧವರ್ಣದ ಎಲೆಗಳ ಬಗ್ಗೆ ಹೆಚ್ಚಿನ ಮಾಹಿತಿಗಾಗಿ ಕ್ಯಾಲಿಫೋರ್ನಿಯಾ ವಿಶ್ವವಿದ್ಯಾನಿಲಯ, ಲಾಸ್ ಏಂಜಲೀಸ್, ಯುಎಸ್‌ಎನ ಮಿಲ್ಡ್ರೆಡ್ ಇ ಮಾಥಿಯಾಸ್ ಸಸ್ಯ ಉದ್ಯಾನದ ವೆಬ್‌ಸೈಟ್ http://tinyurl.com/qgpl6y2 ನೋಡಿ.

ಯೂನಿಯನ್ ಕೌಂಟಿ ಕಾಲೇಜಿನ ವೆಬ್‌ಸೈಟ್ http://tinyurl.com/p2m7vgq ನಲ್ಲಿಯೂ ನಿಮಗೆ ವಿವಿಧವರ್ಣದ ಎಲೆಗಳ ಬಗ್ಗೆ ಹೆಚ್ಚಿನ ಮಾಹಿತಿ ದೊರೆಯುತ್ತದೆ.

ವಿವಿಧವರ್ಣದ ಎಲೆಗಳ ಚಿತ್ರ ಭಂಡಾರಕ್ಕೆ http://tinyurl.com/ojpu9rr ನೋಡಿರಿ.

ಆದರೆ, ಒಂದು ಬಾಟಲಿಯಲ್ಲಿ ತಣ್ಣಗಿನ ನೀರು ಮತ್ತು ಇನ್ನೊಂದು ಬಾಟಲಿಯಲ್ಲಿ ಕೊಠಡಿಯ ತಾಪಮಾನದ ನೀರು ತುಂಬಿಸಿಟ್ಟಿದ್ದನ್ನು ಅವರು ನೆನಪಿಸಿಕೊಂಡರು. ಬಹುಶಃ ಈ ವ್ಯತ್ಯಾಸಕ್ಕೇ ಇದೇ ಕಾರಣವಾಗಿರಲೂಬಹುದು. ಇದರಿಂದ, ನಾವು ಯಾವ ಅಂಶವನ್ನು ಪರೀಕ್ಷಿಸಬೇಕು ಎನ್ನುವುದನ್ನು ಬಿಟ್ಟು ಉಳಿದ ಎಲ್ಲಾ ಬದಲಾಗುವ (variable) ಅಂಶಗಳನ್ನು ಹತೋಟಿಯಲ್ಲಿಡುವುದು ಬಹಳ ಮುಖ್ಯವೆನ್ನುವುದು ಎಲ್ಲರ ಅನಿಸಿಕೆಯಾಗಿತ್ತು. ಇದು ಹದಿಮೂರು ವರ್ಷದ ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿಗಳು ತಾವಾಗಿಯೇ ಕೈಗೊಂಡ ಮೊಟ್ಟಮೊದಲ ವೈಜ್ಞಾನಿಕ ಸಂಶೋಧನೆಯಾಗಿದ್ದು, ನಮ್ಮ ನೆರವಿಲ್ಲದೇ ಅವರು ಹೊಸ ಅಸ್ಥಿರ/ ಬದಲಾಗುವ ಕೊಠಡಿಯ ತಾಪಮಾನದ ಮತ್ತು ತಣ್ಣಗಿನ ನೀರು ಸಂಗತಿಯನ್ನು ಕುರಿತ ಹೊಸ ಸಮಸ್ಯೆಯನ್ನು ಗಮನಕ್ಕೆ ತಂದದ್ದು ನಮಗೆಲ್ಲರಿಗೂ ಸಂತೋಷ ತಂದಿತು.

ಈಗ ನಿಮ್ಮ ಸರದಿ

ಬಿಂಡಿ ಅಥವಾ ಇನ್ನಾವುದೇ ವಿವಿಧವರ್ಣದ ಎಲೆಯ ಗಿಡಗಳ ಬಗ್ಗೆ ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿಗಳಲ್ಲಿ ಮತ್ತೆ ಯಾವ ಹೊಸ ಪ್ರಶ್ನೆಗಳು ಹುಟ್ಟಿಕೊಳ್ಳಬಹುದು? ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿಗಳನ್ನು ನೀವು ಯಾವುದಾದರೂ ವಿವಿಧವರ್ಣದ ಎಲೆಯ ಸಸ್ಯಗಳಿರುವ ಉದ್ಯಾನ ಅಥವಾ ಪ್ರದೇಶಕ್ಕೆ ಕರೆದುಕೊಂಡು ಹೋಗಿರಿ ಮತ್ತು ಅವರೊಂದಿಗೆ ಮಾತುಕತೆ, ಚರ್ಚೆ, ವಾದ, ಆಟಗಳನ್ನಾಡುತ್ತಾ, ಅವರು ಪ್ರಶ್ನಿಸಲು ಆರಂಭಿಸಿದಾಗ ಅವರಿಗೆ ಅದರ ಬಗ್ಗೆ ಹೆಚ್ಚು ವಿವರಗಳನ್ನು ಒದಗಿಸಬೇಡಿ. ಅವರೇ ಸಂಶೋಧನೆಯನ್ನು ಯೋಜಿಸಲು ಮತ್ತು ನಡೆಸಲು ತೊಡಗಿದಾಗ ಅವರಿಗೆ ನಿಮ್ಮ ಸುಗಮಗಾರಿಕೆ ಅಗತ್ಯವಾಗಬಹುದು.

ಈ ರೀತಿ ಮಾಡುವುದರ ಅತಿ ಸೊಗಸಿನ ಅಂಶವೇನೆಂದರೆ, ನೀವು ಅವರಿಗೆ ಒಂದಾದ ನಂತರ ಒಂದೊಂದಾಗಿ ಏನು ಮಾಡಬೇಕು ಎಂದು ಹೇಳಬೇಕಾಗುವುದಿಲ್ಲ. ಆದಷ್ಟೂ ಕಡಿಮೆ ಮಾರ್ಗದರ್ಶನವಿದ್ದರೆ ಈ ಹಿಂದೆ ಯಾವ ಪ್ರಯೋಗವನ್ನೂ ಮಾಡಿರದ ಮಕ್ಕಳೂ ಹೊಸ ಹೊಸ ಪ್ರಶ್ನೆಗಳನ್ನು ಕೇಳಬಲ್ಲರು, ಹೊಸ ವಿಧಾನಗಳನ್ನು ರೂಪಿಸಿ ಕಾರ್ಯಗತಗೊಳಿಸಬಲ್ಲರು ಮತ್ತು ತಮ್ಮ ಪ್ರಯೋಗವನ್ನೇ ಇನ್ನೂ ಉತ್ತಮವಾಗಿಸಬಲ್ಲರು.

ಉಳಿದ ವಿವಿಧವರ್ಣದ ಸಸ್ಯಗಳಲ್ಲಿ ನಮಗೆ ಇದಕ್ಕಿಂತ ಸ್ವಲ್ಪ ಭಿನ್ನವಾದ ಫಲಿತಾಂಶಗಳು ದೊರಕಿದವು. ಇದು ನಮ್ಮ ತೀರ್ಮಾನವನ್ನು ಮತ್ತಷ್ಟು ರೋಚಕಗೊಳಿಸಿತು ; ಬಹುಶಃ ಎಲ್ಲಾ ವಿವಿಧವರ್ಣದ ಎಲೆಗಳ ಬಿಳಿಯ ಭಾಗಗಳ ಬೆಳವಣಿಗೆ ಕುಂಠಿತವಾಗಿರಬೇಕೆಂದೇನು ಇಲ್ಲ ಅಲ್ಲವೇ?

ಈ ಲೇಖನವು ನಿಮಗೆ ಸ್ಫೂರ್ತಿ ನೀಡಿ, ನಿಮ್ಮ ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿಗಳು ಉತ್ತಮ ಪ್ರಶ್ನೆಗಳನ್ನು ಕೇಳುವಂತೆ ಮತ್ತು ತಮ್ಮದೇ ಸಂಶೋಧನೆಗಳಿಂದ ಅದಕ್ಕೆ ಉತ್ತರಗಳನ್ನು ಕಂಡುಕೊಳ್ಳುವಂತೆ ಮಾಡುತ್ತದೆ ಎಂದು ನಂಬಿದ್ದೇವೆ.

ಬಿಂಡಿಗೆ ಪರ್ಯಾಯಗಳು

ನಮ್ಮಲ್ಲಿ ಬಿಂಡಿಯಂತೆಯೇ ಇರುವ ಸಾಕಷ್ಟು ಅಲಂಕಾರಿಕ ಸಸ್ಯಗಳಿದ್ದು, ಅವುಗಳನ್ನೂ ಸಹ ಬಿಂಡಿಯಂತೆಯೇ ಪ್ರಯೋಗ ನಡೆಸಲು ಉಪಯೋಗಿಸಬಹುದು. ಅದರಲ್ಲಿ ಕೆಲವು ಹೀಗಿವೆ:

ವಿವಿಧವರ್ಣದ ಗಿಂಕೋ (*ಗಿಂಕೋ ಬೈಲೋಬಾ* ಪ್ರಭೇದ)

ವಿವಿಧವರ್ಣದ ಮೇಪಲ್ (*ಏಸರ್ ಡಾವಿಡಿ ಹನಸು ಸುರು, ಏಸರ್ ಪ್ಲಾಟನಾಯ್ಡಸ್ ವೇರಿಗೇಟಂ*)

ಅರೇಲಿಯಾ ಎಲಾಟಾ, '*ಆರಿಯೋ ವೇರಿಗೇಟಾ*'

ಕ್ಲೌನ್ ಫಿಗ್ (*ಫೈಕಸ್ ಆಸ್ಪೆರಾ*)

*ಕೆಲೇಡಿಯಂ*ನ ಪ್ರಭೇದಗಳು

ಡ್ರಸೀನಾ ಪ್ರಭೇದಗಳು

ಹೋಸ್ಟಾ ಪ್ರಭೇದಗಳು

ಗುರಿಂದರ್ ಸಿಂಗ್ ಅವರು ಮುಂಬೈನ ಹೋಮಿ ಜಹಾಂಗಿರ್ ಬಾಬಾ ಸೆಂಟರ್ ಫಾರ್ ಸೈನ್ಸ್ ಎಜುಕೇಷನ್‌ನಲ್ಲಿ ಪಿಎಚ್.ಡಿ. ಪದವಿಗೆ ಅಧ್ಯಯನದಲ್ಲಿ ನಿರತರಾಗಿದ್ದಾರೆ. ಮಾಧ್ಯಮಿಕ ಶಾಲಾ ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿಗಳಿಗೆ ವಿಜ್ಞಾನದ ಕಲಿಯುವ ಅವಕಾಶ ದೊರಕಿದಾಗ, ಅವರಲ್ಲಿ ಹೇಗೆ ಪ್ರಶ್ನೆಗಳು ಹುಟ್ಟುತ್ತವೆ ಮತ್ತು ಅದರ ಉತ್ತರಕ್ಕಾಗಿ ಎಂತಹ ತನಿಖೆಗಳನ್ನು ಕೈಗೊಳ್ಳುತ್ತಾರೆ ಎನ್ನುವುದು ಅವರ ಸಂಶೋಧನಾ ಆಸಕ್ತಿಯ ವಿಷಯವಾಗಿದೆ. ಮಾಧ್ಯಮಿಕ ಶಾಲಾ ಮತ್ತು ಪ್ರೌಢಶಾಲಾ ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿಗಳಿಗೆ ಭೌತಶಾಸ್ತ್ರ ಕಲಿಸುವಲ್ಲಿ ಅವರಿಗೆ ಎಂಟು ವರ್ಷಗಳ ಅನುಭವವಿದೆ. ಅವರನ್ನು gurinder@hbcse.tifr.res.in ಅಥವಾ gurinderphysics@gmail.com ಸಂಪರ್ಕಿಸಬಹುದು.

ಕ್ಯಾರೆನ್ ಹೆಡೋಕ್ ಯುಎಸ್‌ಎನಲ್ಲಿ ಬಯೋಫಿಸಿಕ್ಸ್‌ನಲ್ಲಿ ತಮ್ಮ ಪಿಎಚ್.ಡಿ. ಪದವಿಯನ್ನು ಪೂರ್ಣಗೊಳಿಸಿ, 1985 ರಿಂದ ಭಾರತದಲ್ಲಿ ನೆಲೆಸಿದ್ದು, ಮುಂಬೈನ ಹೋಮಿ ಜಹಾಂಗಿರ್ ಬಾಬಾ ಸೆಂಟರ್ ಫಾರ್ ಸೈನ್ಸ್ ಎಜುಕೇಷನ್‌ನಲ್ಲಿ ಸಂಶೋಧಕಿ, ಶಿಕ್ಷಣತಜ್ಞೆ, ವಿಜ್ಞಾನಿ, ಶಿಕ್ಷಕಿ ಮತ್ತು ಚಿತ್ರಕಾರರಾಗಿ ಕಾರ್ಯ ನಿರ್ವಹಿಸುತ್ತಿದ್ದಾರೆ. ಗುರಿಂದರ್ ಅವರೊಂದಿಗೆ ಕೆಲಸ ಮಾಡುವುದರ ಹೊರತಾಗಿ ಅವರ ಇತ್ತೀಚಿನ ಸಂಶೋಧನೆಗಳು ಹೀಗಿವೆ 1. ವಿಜ್ಞಾನ ಮತ್ತು ಕಲೆ ಪ್ರಕ್ರಿಯೆಗಳ ನಡುವೆ ಇರುವ ಸಾಮ್ಯತೆ 2. ವಿಕಾಸದ ಬಗ್ಗೆ ಕಲಿಯುವಿಕೆಯಲ್ಲಿನ ತೊಂದರೆಗಳು ಮತ್ತು ಪರಿಹಾರಗಳು ಹಾಗು 3. ರೈತರು ನಿಜಕ್ಕೂ ವಿಜ್ಞಾನವನ್ನು ಅನುಸರಿಸುತ್ತಾರೆಯೇ ಎನ್ನುವ ಪ್ರಶ್ನೆ. ಅವರು ಸಾಕಷ್ಟು ಪಠ್ಯಪುಸ್ತಕ ಮತ್ತು ಕಥೆ ಪುಸ್ತಕಗಳನ್ನು ಮತ್ತು ಅವುಗಳಿಗೆ ಚಿತ್ರಗಳನ್ನು ಬರೆದಿದ್ದಾರೆ. ಇದಲ್ಲದೆ ಶಿಕ್ಷಕರ ಶಿಕ್ಷಣ, ಶೈಕ್ಷಣಿಕ ವಿಧಾನ ಮತ್ತು ಪಠ್ಯಕ್ರಮಗಳ ವಿಷಯದಲ್ಲಿ ಬಹಳಷ್ಟು ಕಾರ್ಯ ನಿರ್ವಹಿಸಿದ್ದಾರೆ. ಅವರನ್ನು haydock@gmail.com ಅಥವಾ www.khaydock.com ನಲ್ಲಿ ಸಂಪರ್ಕಿಸಬಹುದು. **ಅನುವಾದಕರು**: ಚಂದ್ರಿಕಾ ವಿಜಯೇಂದ್ರ **ಪರಿಶೀಲನೆ**: ಸ್ಮಿತಾ ಪಿ. ಜಿ.